

По результатам испытаний можно сделать следующие выводы.

1. Модификация древесной пресс-массы без связующего лигносульфонатом в диапазоне от 0 до 20 % резко улучшает вязкотекучие свойства пресс-композиции. Так, текучесть по Рашигу возросла в 4,3 раза, по методу ДПО – в 1,27 раза, а предел текучести уменьшился в 3,14 раза.

2. Водопоглощение и разбухание после 24 ч выдержки в воде с введением в пресс-композицию ЛСТ до 10 % уменьшается, а при количестве ЛСТ более 10 % эти показатели увеличиваются.

3. Показано, что для предварительных определений значений водопоглощения и разбухания можно воспользоваться цилиндрической частью образца Рашига Ø30 мм.

Литература

1. Минин А.Н. Технология пьезотермопластиков. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 248 с.

2. Дедюхин В.Г., Мухин Н.М. Исследование текучести древесной пресс-массы без добавления связующего// Технология древесных плит и пластиков: Межвуз. сб. науч. тр. Екатеринбург: УГЛТА, 1999. С. 96-101.

УДК 674.816-41

В.М. Балакин, Ю.И. Литвинец, О.В. Белоусов
(Уральский государственный лесотехнический университет)

ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНОВОГО СВЯЗУЮЩЕГО

Проведено исследование полиуретанового связующего (полиизоцианат + полиэфир) для ДКМ на основе отходов деревообработки – смеси опила и стружки. Определены оптимальные условия получения древесно-полимерной композиции и режимы ее прессования. Плиты при 4%-ном расходе полиуретанового связующего имеют высокие физико-механические показатели.

В последние годы в связи с ужесточающимися требованиями по токсичности древесных композиционных материалов ДКМ на основе полимерных связующих все большее внимание уделяют поиску новых связую-

щих. Среди них наиболее перспективными считаются связующие на основе полиизоцианатов. Полиизоцианатные связующие PMDI начали использовать в производстве древесностружечных плит ДСтП с 1973 г. В древесностружечных плитах PMDI образуют устойчивые нерастворимые соединения поликарбамида, в них отсутствует формальдегид, гигроскопические соли и щелочи. При осмолении стружки полиизоцианатным связующим, формировании ковра и прессовании плит концентрация вредных паров значительно ниже допустимой. Расход полиизоцианатного связующего почти в два раза меньше, чем традиционных формальдегидсодержащих связующих. Благодаря этим и другим свойствам PMDI успешно используются в производстве плит, предназначенных для строительства сборных домов и использования внутри помещений. За рубежом наиболее известным изготовителем полиизоцианатных связующих является фирма Bayer (ФРГ) [1].

Однако наряду с преимуществами связующие на основе полиизоцианатов имеют и существенные недостатки [2]:

- 1) высокая вязкость связующих, что вызывает затруднения для равномерного их нанесения на древесные частицы;
- 2) приклеивание получаемых ДСтП к плитам пресса и поддонам;
- 3) низкая липкость, приводящая к получению ковра низкой прочности;
- 4) высокая стоимость, что, несмотря на меньший расход, приводит к увеличению цены ДСтП.

В настоящее время разработан ряд мероприятий для устранения технологических недостатков полиизоцианатных связующих [1,2], и в Европе на этих связующих изготавливают свыше 1 млн. м³ плит в год. В России полиизоцианатные связующие пока применения не нашли как по технологическим, так и по экономическим причинам.

Одним из перспективных направлений использования полиизоцианатов в производстве ДКМ является, по нашему мнению, применение связующих полиуретанового типа, представляющих собой композицию по крайней мере из двух компонентов – полиизоцианата и гидроксилсодержащего олигоэфира. При взаимодействии полиизоцианата с гидроксогруппами олигоэфира и компонентов древесины образуется смешанная структура полиуретанового типа с высокой степенью сшивки. Применение такой композиции способствует устранению отмеченных недостатков полиизоцианатных связующих и дает возможность получения высококачественных ДКМ при снижении расхода связующего. Одной из важнейших проблем данного направления является выбор исходных компонентов полиуретанового связующего, так как

композиция должна иметь достаточно большую жизнеспособность и в то же время высокую реакционную способность при прессовании.

Нами было проведено исследование полиуретанового связующего для получения ДКМ на основе отходов деревообработки – смеси опила и стружки.

В качестве полиуретанового связующего использовались два компонента: компонент А – полиизоцианат, низковязкая жидкость светло-коричневого цвета; компонент Б – полиэфир с низким содержанием гидроксогрупп, пастообразная вязкая масса черного цвета. Перед применением компоненты смешивались в соотношении 1:1. Жизнеспособность полученного рабочего раствора полиуретанового связующего составляет не менее двух часов, что вполне достаточно для использования в производстве большинства ДКМ.

В качестве древесного наполнителя использовался опил – отход деревообрабатывающего производства. Исходная вязкость опила 15-22%. Фракционный состав: смесь мелкой стружки и опилок в соотношении 1:1. Породный состав – смешанный (сосна, береза).

Для изготовления и испытаний ДКМ использовали следующее оборудование:

- пресс гидравлический рамного типа верхнего давления одноэтажный, оборудованный системой регулирования давления и температуры плит пресса; размер плит пресса 400х400 мм; максимальное усилие прессования 40 т;
- смеситель планетного типа;
- металлическая разборная пресс-форма без обогрева, состоящая из формы, матрицы и пуансона; размеры прессуемого изделия в виде прямоугольной плитки 152х112х(5-20) мм;
- машина испытательная ИРП-500.

Древесные плиты указанных размеров изготавливали по следующей технологии.

Древесный опил ввиду его высокой влажности подсушивали на воздухе при комнатной температуре до равновесной влажности 7-10 %, взвешивали рассчитанную массу навески на изготовление одной плиты с расчетной плотностью 1000 кг/м³ с точностью до 1 г.

Полиуретановое связующее получали смешиванием компонентов А и Б в массовом соотношении 1:1.

Пресс-форму для прессования разогревали в собранном виде между плитами пресса до требуемой температуры.

Навеску древесного опила загружали в смеситель, при интенсивном перемешивании постепенно дозировали методом распыления связующее в

рассчитанном количестве. После добавления всего количества связующего перемешивали массу в течение 10 мин, затем выгружали из смесителя и заполняли ею пресс-форму.

Поверхность основания пресс-формы (матрицы) смазывали антиадгезионной смазкой, разогретую форму заполняли древесно-полимерной композицией вручную, равномерно распределяя ее по площади формы. Затем укладывали на поверхность ковра металлическую полированную прокладку, также смазанную антиадгезивом, пуансон и помещали пресс-форму между плитами пресса.

При проверке возможности облицовывания одновременно с изготовлением плит на основание пресс-формы укладывали нижнюю бумажно-смоляную пленку, затем засыпали древесно-полимерную композицию, на ее поверхность укладывали верхнюю пленку, затем металлическую прокладку (не смазанную) и пуансон.

После смыкания плит пресса и создания требуемого давления (10-15 МПа) выдерживали пресс-форму в течение режимного времени. После окончания цикла прессования пресс-форму извлекали из пресса, разбирали и извлекали готовое изделие. Отпрессованные плиты выдерживали до начала испытаний не менее 24 ч в атмосферных условиях.

У отпрессованных плит определяли следующие физико-механические показатели.

- Влажность, % - по ГОСТ 10634-88.
- Плотность, кг/м^3 – по ГОСТ 10634-88.
- Размеры плит, мм – по ГОСТ 10633-88.
- Водопоглощение и разбухание по толщине, % - по ГОСТ 10634-88.
- Предел прочности при изгибе, МПа – по ГОСТ 10635-88.
- Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, МПа – по ГОСТ 10636-88.
- Удельное сопротивление выдергиванию гвоздей, МПа – по ГОСТ 10637-78.
- Удельное сопротивление выдергиванию шурупов, Н/м – по ГОСТ 10637-78.
- Горючесть – по методу «Огневая труба» (ГОСТ 12.1.044-84).
- Окрашиваемость лакокрасочными материалами – по определению расхода эмали, г/м^2 .
- Возможность облицовывания бумажно-смоляными пленками при изготовлении плит – ламинированием ковра бумажно-смоляной пленкой с

низкой степенью отверждения смолы (ламинатом) и облицовыванием ковра бумажно-смоляной пленкой с высокой степенью отверждения смолы (синтетическим шпоном).

Предварительно были изготовлены образцы плит толщиной около 18 мм и плотностью 1000 кг/м^3 при расходе связующего 4% для уточнения условий изготовления. При этом варьировались температура плит пресса, продолжительность прессования, влажность опила.

В результате установлено:

- оптимальная температура плит пресса составляет $130-140^\circ\text{C}$; при более высокой температуре происходит обгорание поверхности образца, поверхность темнеет; при низких температурах не происходит полного отверждения связующего, образец рыхлый;
- оптимальная продолжительность прессования плит толщиной 18 мм составляет 4 мин; при меньшей продолжительности внутренняя часть плиты не успевает прогреваться, что приводит к ухудшению прочности;
- влажность опила не должна превышать 10 %; при более высокой влажности происходит разрыв плиты по пласти, образуются вздутия на поверхности;

На основании вышеизложенного образцы плит для определения физико-механических показателей были изготовлены с расчетной плотностью около 1000 кг/м^3 при температуре плит пресса $130-140^\circ\text{C}$, продолжительности прессования 4 мин, из опила с влажностью 7-10 %.

Для выяснения возможности снижения расхода полиуретанового связующего были изготовлены образцы плит при следующих режимах:

расход полиуретанового связующего, в % от массы абс. сух. древесины: 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0;

размеры плит - $152 \times 111 \times 18 \text{ мм}$;

расчетная плотность плит – 1000 кг/м^3 ;

Для изготовленных образцов плит были определены прочность при изгибе и при разрыве перпендикулярно пласти, сопротивление выдерживанию шурупов из пласти и кромок. Каждый из этих показателей определен на трех образцах плит. По средним результатам построены графические зависимости соответствующих показателей от количества связующего (рис. 1, 2). Аппроксимирующие кривые проведены с использованием пакета MS Excel.

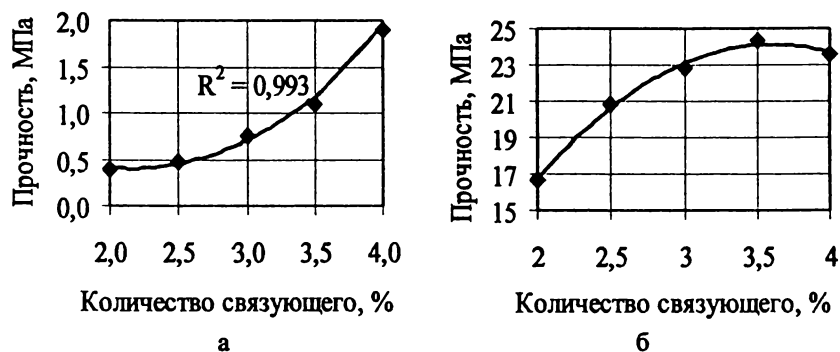


Рис. 1. Зависимость прочностных свойств плит от количества полиуретанового связующего: а – прочность при разрыве перпендикулярно пласти; б – прочность при изгибе

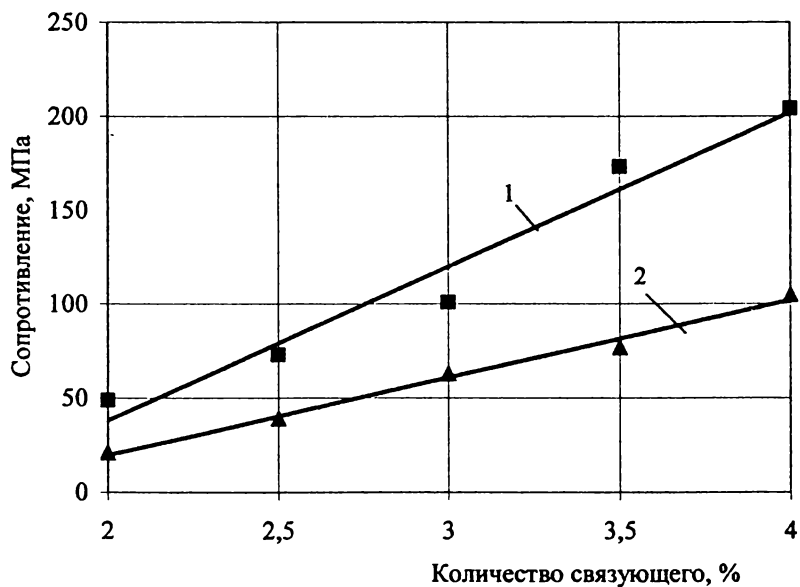


Рис. 2. Зависимость сопротивления выдергиванию шурупов из плит от количества полиуретанового связующего:
1 – из пласти плит; 2 – из кромок плит

Для дальнейших более детальных исследований свойств ДКМ на основе полиуретанового связующего был выбран его расход 4 % от массы абс. сух. древесины. Средние значения физико-механических показателей плит на основе полиуретанового связующего, а также, для сравнения, плит на основе традиционно карбамидоформальдегидного связующего приведены в таблице.

По результатам испытаний (таблица) можно сделать следующие выводы.

1. Плиты на полиуретановом связующем при его расходе 4 % имеют высокие физико-механические показатели, в большинстве случаев превышающие показатели плит на традиционном карбамидоформальдегидном связующем (КФС) при расходе 12-13 %.

2. Плиты на полиуретановом связующем относятся к группе горючих материалов, показатели горючести мало отличаются от показателей плит на основе КФС.

3. Плиты на полиуретановом связующем имеют плотную гладкую плоть и соответственно хорошо окрашиваются эмалью (расход эмали снижается более чем в два раза) и облицовываются бумажно-смоляными пленками.

4. Рабочий раствор полиуретанового связующего (смесь компонентов А и Б в соотношении 1:1) имеет большую вязкость, что вызывает определенные затруднения при обработке древесных частиц и препятствует равномерному распределению по поверхности древесных частиц, тем более при таком низком расходе связующего. Вязкость связующего может быть снижена путем добавления растворителя.

5. Древесно-полимерная композиция (опил + полиуретановое связующее) не обладает липкостью и, следовательно, полиуретановое связующее не может быть использовано по обычной технологии производства древесных плит.

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают перспективность применения полиуретанового связующего в производстве древесно-полимерных композиционных материалов.

Физико-механические показатели плит из опила и полиуретанового связующего (расход 4 %)

Показатель	Кол-во испытанных образцов	Число оп-ределений показателя	Среднее значение показателя	Значение показателя для плит на основе КФС
Влажность плит, %	3	6	4	5...12
Прочность при статическом изгибе, МПа	3	6	23,6	14...20
Прочность при растяжении перпендикулярно пласти, МПа	3	6	1,9	0,25...0,35
Разбухание за 24 ч, %	3	12	20,4	22...33
Водопоглощение за 24 ч, %	3	12	36,2	50...60
Удельное сопротивление выдергиванию гвоздей, МПа:				
- из пласти плит	3	9	4,3	2...4
- из кромок плит	3	9	2,3	1,5...3,5
Удельное сопротивление выдергиванию шурупов, Н/мм:				
- из пласти плит	3	9	204	55...60
- из кромок плит	3	9	105	45...50
Показатели горючести в огневой трубе:				
- время зажигания, с	2	6	54	120...150
- время самостоятельного горения, с	2	6	489	200...300
- потеря массы, %	2	6	80,2	80...85
Расход эмали при окрашивании, г/м ²	3	3	180...200	500...600
Облицовываемость бумажно-смоляными пленками древесного пакета	2	2	Плохая	Плохая
Облицовываемость бумажно-смоляными пленками плит	1	1	Хорошая	Хорошая

Примечания. 1. Плотность образцов плит на полиуретановом связующем 1000-1100 кг/м³.
 2. Плотность плит на карбамидоформальдегидном связующем (КФС) 700-850 кг/м³.

Литература

1. Использование полиизоцианатных связующих в производстве древесностружечных плит. В экспресс-информ. (Плиты и фанера, вып. 2). М.: ВНИПИЭЛеспром, 1991. С. 17-27.
2. Отлев И.А. Интенсификация производства древесностружечных плит. М.: Лесн. пром-сть, 1989. С.52-53.